NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. DE BERNARDIÈRES,

CAPITAINE DE VAISSEAU



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1893

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. DE BERNARDIÈRES,

Capitaine de vaisseau.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES.

PUBLICATIONS CONCERNANT CES OBSERVATIONS.

Observations effectuées à l'observatoire de Montsouris, 1876-1877.

Les résultats des observations destinées à compléter le Catalogue des étoiles de culmination lunaire et de longitude ont été insérés dans les *Annales du Bureau des Longitudes*.

Déterminations télégraphiques des différences des longitudes de Paris, Berlin, Bonn (1877).

MISSION DU BUREAU DES LONGITUDES.

Le Bureau des Longitudes et l'Institut géodésique international ayant fixé d'un commun accord les bases de l'importante entreprise

géodésique destinée à relier la France à l'Allemagne et à la Suisse, les opérations franco-suisses furent confiées à M. le général Perrier et à M. le colonel Bassot assistés des officiers d'État-Major, tandis que MM. Le Clerc et de Bernardières, officiers de Marine attachés à l'observatoire de Montsouris, furent désignés comme collaborateurs de M. Lœwy, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, pour mesurer les différences des longitudes entre Paris et Berlin et entre Paris et Bonn.

On attachait, aussi bien à Berlin qu'à Paris, un tel prix à l'exécution de ce travail fondamental, qu'on résolut d'en assurer le succès en l'entourant de garanties toutes particulières. En conséquence, il fut décidé que la Mission française et la Mission allemande, désignée par l'Institut géodésique de Prusse, entreprendraient simultanément, mais d'une manière tout à fait indépendante, ces déterminations, les deux missions étant installées dans des pavillons d'observation contigus, mais chacune d'elles employant des méthodes et des instruments différents.

De part et d'autre, on s'est efforcé d'obtenir la plus haute précision possible, et l'on s'est rendu compte de la valeur des résultats en évaluant toutes les causes d'erreurs saisissables qui pouvaient intervenir dans les recherches entreprises. C'est ainsi que nous avons déterminé, soit par des opérations physiques, soit par la répétition des observations astronomiques, la grandeur des erreurs provenant du nivellement et des déterminations azimutales, les erreurs de flexion, les erreurs provenant du mouvement horaire des pendules employées dans les deux stations, l'erreur systématique provenant de l'azimut de la mire conclu de tout l'ensemble des étoiles polaires, l'erreur du relevé électrique, l'erreur due aux fluctuations des équations personnelles, etc., et nous avons, pour chaque longitude particulière, déduit *a priori* l'effet produit par l'ensemble de ces diverses causes d'inexactitude.

La concordance la plus satisfaisante entre les résultats de la Mission allemande et ceux de la Mission française a réalisé pleinement les espérances qu'on avait fondées sur la réussite de ces importantes déterminations.

Les résultats ont été publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

Un Mémoire de 336 pages, contenant la description des instruments, l'exposé et la discussion des méthodes employées, a été publié dans les *Annales du Bureau des Longitudes*.

Observation du passage de Vénus sur le Soleil au Cerro-negro (Chili), le 6 décembre 1882.

MISSION DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Le Chili a été choisi par l'Académie des Sciences pour y établir une de nos quatre stations de l'hémisphère sud pour deux motifs : un coefficient favorable dans le calcul de la parallaxe, et la beauté de son climat qui devait assurer aux observateurs les plus grandes chances de jouir d'une atmosphère pure et d'un ciel sans nuages. Les raisons qui ont déterminé le choix de l'Académie ont été également appréciées ailleurs qu'en France, car nous nous sommes rencontrés à Santiago avec deux Missions étrangères au pays : l'une belge, qui a observé à côté des astronomes chiliens dans leur propre observatoire, et l'autre des États-Unis, venue peu après et qui s'est établie aux portes de la capitale.

Appelé par l'Académie des Sciences à l'honneur de diriger cette Mission, qui comprenait deux autres officiers de Marine, MM. Barnaud et Favereau, ainsi que cinq aides recrutés dans les équipages de la Flotte, je me suis installé en pleine campagne, à vingt kilomètres dans le sud de Santiago, dans les dépendances d'une hacienda mise très obligeamment à notre disposition par son propriétaire. Notre observatoire, établi dans une situation très favorable, était entouré de prairies sèches qui le mettaient à l'abri de la poussière, des vapeurs, et des réfractions anormales.

Le beau ciel du Chili a tenu ses promesses, et, aussi bien à l'équatorial de huit pouces qu'à celui de six pouces, auquel observait M. Barnaud, ainsi qu'à une lunette méridienne de Brunner très ingénieusement disposée par M. Favereau, les observations ont été effectuées dans d'excellentes conditions.

En outre des quatre contacts, j'ai pu obtenir à l'équatorial de 8 pouces :

86 distances de cornes ou de bords ;

18 différences de déclinaison ou d'ascension droite;
De nombreuses mesures des diamètres de Vénus et du Soleil.

Nous avons procédé avant et après l'époque du passage aux opérations suivantes :

Détermination de la latitude de l'observatoire du Cerro-negro;

Détermination de la longitude absolue au moyen de 19 séries de culminations lunaires;

Détermination télégraphique de la différence des longitudes de l'observatoire du Cerro-negro et de celui de Santiago;

Triangulation destinée à relier l'observatoire du Cerro-negro à Santiago et aux points principaux des environs.

J'ajouterai que, conformément au vœu qui fut exprimé par la Commission, nous avons observé avec les équatoriaux toutes les occultations d'étoiles et les éclipses des deux premiers satellites de Jupiter que l'état du ciel nous permit de voir.

Enfin, j'ai déterminé, avec l'équatorial de huit pouces, une douzaine de positions de la superbe comète qui vint éclairer nos nuits à la fin de l'année 1882.

J'ai rendu compte de ces observations dans les *Rapports préliminaires à l'Académie des Sciences* et dans des Rapports spéciaux.

Les déterminations magnétiques que j'ai eu l'occasion de faire seront mentionnées plus loin.

Je ne rappellerai ici que les observations météorologiques que nous avons effectuées régulièrement, aux heures indiquées par la Commission internationale, avec des instruments étalonnés avec soin au Bureau central météorologique avant le départ de France et au retour, et que j'ai comparés aux instruments de l'observatoire de Santiago. Ces observations ont eu lieu sans interruption du 15 septembre au 13 décembre 1882 au Cerro-negro et du 20 janvier au 2 mars 1883 à Valparaiso, pendant que je procédais aux déterminations de différences de méridien dont j'avais été chargé par le Bureau des Longitudes.

Nous avons pu utiliser sept tubes destinés au dosage de l'acide carbo-

nique de l'air et remplir six tubes Regnault d'air pris à différentes altitudes.

Enfin, ayant effectué avec un de mes collaborateurs, M. Favereau, et avec un timonier mon retour par terre, de Valparaiso à Buenos-Ayres, à travers la Cordillère des Andes et la République Argentine, j'ai pu mesurer une série d'altitudes jusqu'à la hauteur de 4000 mètres.

Les résultats de ces diverses opérations ont été transmis à l'Académie des Sciences.

Déterminations télégraphiques de différences de longitude dans l'Amérique du Sud (1882-1883).

MISSION DU BUREAU DES LONGITUDES.

Une ligne télégraphique ayant été établie à travers les Andes, entre les côtes de l'océan Atlantique et celles du grand Océan, le Bureau des Longitudes estima que l'envoi des Missions d'observation du passage de Vénus dans l'Amérique du Sud, présentait l'occasion la plus favorable pour la détermination de méridiens fondamentaux dans ce continent. On pouvait ainsi relier, d'une façon définitive, la côte de l'océan Pacifique à l'Europe et coopérer par cet important travail à la construction de l'immense réseau géodésique qui comprendra le globe entier en fixant, avec la plus grande exactitude, sa forme et ses dimensions. La Marine, qui devait recueillir directement les avantages résultant de ces déterminations, prêta ses officiers et ses marins ainsi que les intruments dont elle pouvait disposer.

M. le contre-amiral Fleuriais, chef de la Mission d'observation du passage de Vénus, à Santa-Cruz de Patagonie, fut désigné pour les observations à exécuter à Buenos-Ayres, tandis que je reçus l'ordre de diriger les opérations sur l'autre versant en m'installant successivement à Santiago et à Valparaiso, et en envoyant un de mes collaborateurs, M. Barnaud, à Lima ou au Callao. Un peu plus tard, M. Beuf, alors Directeur de l'École navale de la République Argentine, fut

appelé par le Bureau des Longitudes à collaborer à Buenos-Ayres à la mesure des différences des longitudes de Buenos-Ayres et de Valparaiso.

Des circonstances aussi favorables qu'imprévues m'ont amené à élargir le programme primitif sur la côte de l'océan Pacifique :

Depuis notre départ de France, le câble américain destiné à mettre en communication Callao et Lima avec Panama, venait d'être terminé : nous avions donc la possibilité de relier la côte du Pacifique à l'Europe par la voie de Panama, des grandes Antilles et de l'Amérique du Nord, en même temps que par celle de Buenos-Ayres, du Brésil et du cap Vert, c'est-à-dire de fermer un circuit complet de plus de 6000 lieues marines et d'obtenir ainsi une vérification parfaite. Je n'avais plus le temps de demander de nouveaux ordres en France; mais l'occasion était si favorable, et la grande importance de ce nouveau travail s'imposait d'une façon si évidente, que je pris sur moi de le tenter, en nous adjoignant mon second collaborateur, M. le lieutenant de vaisseau Favereau.

Les déterminations effectuées, et que nous avons été assez heureux pour mener à bonne fin, sont consignées dans le Tableau suivant :

Mesures des différences de longitude.

	MM.
Buenos-Ayres-Valparaiso (première détermination).	Fleuriais, De Bernardières.
Buenos-Ayros-Valparaiso (seconde détermination)...	De Bernardières, Beuf.
Valparaiso-Panama..........................	De Bernardières, Barnaud, Favereau.
Valparaiso-Chorillos, Callao, Lima.................	De Bernardières, Barnaud, Favereau.
Santiago-Valparaiso..............................	De Bernardières, Barnaud.
Santiago-Cerro-negro...........................	Do Bornardières, Barnaud.

Chacune de ces déterminations a été exécutée dans des conditions

de grande précision, tant au point de vue astronomique qu'au point de vue électrique, et conformément aux méthodes établies par M. Lœwy. J'ai mesuré successivement les différences de mon équation personnelle et de celle de tous les autres observateurs; enfin la latitude des piliers qui ont supporté les instruments a été observée avec le plus grand soin, et ces piliers ont été reliés par des triangulations très exactes aux principaux lieux voisins.

Les deux déterminations que j'ai effectuées successivement avec M. le contre-amiral Fleuriais et avec M. Beuf sont complètement indépendantes, chacune d'elles assurant l'opération; la concordance des résultats obtenus est des plus satisfaisantes.

Il est peut-être intéressant de dire quelques mots des difficultés que nous avons eu à vaincre pour assurer dans de bonnes conditions l'échange des signaux.

L'aboutissement du câble sous-marin m'indiquait Valparaiso pour station principale, et c'est là que j'établis mon observatoire, sur le Cerro de l'artillerie, à l'ouest de la ville. J'avais obtenu l'assurance de l'appui bienveillant des Gouvernements et du concours le plus empressé de l'Administration des télégraphes de l'État, de la Compagnie du *télégraphe transandin*, de la Compagnie anglaise du *West Coast of America telegraph* qui possède le câble de Valparaiso à Lima, et enfin de la Compagnie du *Central and South american cable*, qui est propriétaire de la ligne sous-marine récemment établie entre le Pérou et Panama.

Je reliai notre salle méridienne aux trois premières lignes, et, grâce aux excellentes dispositions prises par les chefs de Compagnie, grâce aussi au zèle intelligent de tous les employés, les communications télégraphiques, qui jouent un rôle si important dans l'exactitude des opérations que nous avions à effectuer, marchèrent avec une régularité que nous n'osions pas espérer à cause des difficultés exceptionnelles que présente l'échange des signaux par le câble sous-marin. On sait, en effet, qu'en raison de la faiblesse des courants employés dans ces sortes de lignes, les communications ne peuvent s'effectuer qu'au moyen de signaux lumineux produits par les appareils Thomson. L'exactitude de ces travaux exige plus de netteté dans les signaux qu'il n'en est nécessaire pour la correspondance ordinaire; aussi fallait-il

isoler chaque soir toutes les parties des lignes aériennes qui se greffent sur la ligne sous-marine aux aboutissements du câble pour la communication avec les bureaux intermédiaires; il n'y avait pas moins de douze de ces bureaux sur l'étendue de plus de 1000 lieues marines qui séparent Valparaiso de Panama.

De plus, si la longueur du parcours nécessitait une station intermédiaire, la faiblesse du courant rendait impossible le fonctionnement d'un relai; il fallait donc employer un autre mode de transmission, et voici les dispositions que j'arrêtai : M. Favereau à Chorillos (Pérou) avait sous les yeux, disposés sur la même table, deux appareils Thomson avec manipulateurs, l'un pour envoyer à Panama les signaux reçus de Valparaiso, l'autre pour envoyer à Valparaiso les signaux reçus de Panama, c'est-à-dire qu'il guettait l'image réfléchie par le miroir d'un des deux appareils Thomson, et, dès qu'il voyait cette image se déplacer, il envoyait un signal avec le manipulateur de l'autre appareil. Après suffisamment d'exercice, mon collaborateur est arrivé à agir d'une manière uniforme sur chacun des deux manipulateurs, et la légère perte de temps qui résultait de ce mode de transmission a disparu dans les calculs, puisqu'elle était la même dans tous les cas, soit que le signal vînt de Valparaiso, soit qu'il vînt de Panama. L'expérience a montré la grande exactitude obtenue au moyen de ce procédé.

La chance nous a favorisés jusqu'au bout; le 21 février, au moment où j'allais télégraphier à M. Barnaud, mon collaborateur de Panama, que je considérais nos opérations comme terminées, toute communication avec Callao et Panama était interrompue pour longtemps : le câble sous-marin venait de se rompre depuis quelques heures.

Les résultats de ces déterminations télégraphiques de différences de longitude dans l'Amérique du Sud ont été l'objet de ma part :

D'une Note insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*;

D'un Rapport adressé au Bureau des Longitudes et publié dans ses *Annales*.

DÉTERMINATIONS MAGNÉTIQUES.

PUBLICATIONS CONCERNANT CES DÉTERMINATIONS.

Déterminations des éléments magnétiques absolus dans soixante lieux différents répartis en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique (1878-1886).

OBSERVATIONS RECOMMANDÉES PAR LE BUREAU DES LONGITUDES ET PAR LE BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE.

Sur la demande de M. l'amiral Mouchez, toujours si heureux d'encourager les officiers désireux de prendre part aux expéditions scientifiques, M. Marié-Davy a bien voulu me confier, en 1878, une excellente boussole de voyage de Brunner, que j'ai eu la bonne chance de conserver à ma disposition jusqu'en 1886. En outre, on m'a obligeamment prêté un théodolite boussole de Hurlimann pour la mesure de la déclinaison, une boussole d'inclinaison de Gambey, une boussole d'oscillation. Muni de ces instruments, j'ai pu, durant cette période de huit années, profiter de mes courtes relâches à terre au cours de mes navigations, pour mesurer les trois éléments du magnétisme terrestre sur un certain nombre de points du globe.

Une première série de déterminations comprenant 65 mesures de déclinaison, 22 d'inclinaison et 22 de la composante horizontale de l'intensité a été effectuée dans les ports et îles de l'océan Atlantique et dans le bassin de la Méditerranée pendant mon embarquement sur la frégate École d'application des aspirants *la Flore*, en 1878 et 1879.

Ces observations ont été publiées :

Dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,*

Dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, où elles ont servi à la rectification de la Carte magnétique,

Dans les *Annales hydrographiques*, en même temps qu'une Notice sur la description des instruments et sur les méthodes d'observation et de réduction.

A bord du *Lévrier*, dans la station de la Manche et de la mer du Nord, sur le *Richelieu*, en escadre, sur l'*Iphigénie*, frégate École d'application des aspirants dans l'Océan et dans la Méditerranée, sur le *Borda*, à Brest, j'ai effectué de nouvelles séries de déterminations, et, lorsque j'ai pu répéter les observations dans les mêmes localités, après un intervalle suffisamment long, j'en ai conclu les variations annuelles.

Les valeurs obtenues sont propres à l'heure moyenne locale de l'observation. Pour les ramener à une heure unique convenue, il faudrait supposer que les éléments magnétiques ont des marches rigoureusement concordantes dans les lieux d'observation et dans l'observatoire magnétique le plus voisin où l'on aurait enregistré les variations de ces éléments.

Les instruments ont d'ailleurs été contrôlés et vérifiés chaque fois que cela m'a été possible, dans les observatoires permanents de Montsouris, de Lisbonne, et surtout dans celui de Saint-Maur, et j'ai ainsi constaté l'accord des résultats obtenus, au moyen des instruments que je possédais avec ceux des boussoles de ces observatoires.

En 1882 et 1883, notre Mission d'observation du passage de Vénus au Chili m'a fourni une précieuse occasion de recueillir de nombreuses déterminations magnétiques, Je demande l'autorisation de reproduire ici la Note que M. Faye, président du Bureau des Longitudes, a bien voulu faire placer comme préface au Rapport que j'ai adressé au Bureau :

« Les importantes expéditions entreprises, d'une part, pour l'observation du passage de Vénus, au nom de l'Académie des Sciences ; et, d'autre part, pour la grande triangulation en longitude, destinée à relier les villes de Buenos-Ayres, Santiago du Chili, Valparaiso, Lima et Panama, au nom du Bureau des Longitudes, ont engagé le

Bureau à recommander à M. de Bernardières de continuer, dans cette nouvelle campagne, ses observations sur le magnétisme terrestre.

» M. de Bernardières, en collaboration avec MM. Barnaud et Favereau, a tenu à répondre à l'invitation du Bureau; il a effectué, dans l'Amérique du Sud, 44 déterminations de déclinaison, 36 d'inclinaison et 41 mesures de l'intensité horizontale; en outre, plus de 300 valeurs de la variation des éléments magnétiques ont été obtenues au Cerro-negro (Chili) pendant que la Mission a stationné dans ces lieux. Ces observations présentent un tel caractère de précision, que le Bureau, à l'unanimité, a décidé qu'elles seraient publiées dans ses *Annales*.

» Non seulement le Mémoire de M. de Bernardières renferme tous les éléments nécessaires pour comparer ces déterminations avec celles qui auraient été faites dans d'autres pays, mais encore il constitue un excellent guide pour les officiers désireux de suivre cet exemple; il leur épargnera les tâtonnements inévitables au début de recherches d'un genre nouveau pour les observateurs,

» Le Bureau des Longitudes est heureux de constater ainsi que ces études, dont se faisaient gloire autrefois nos marins, et qui semblaient depuis être tombées en oubli, sont reprises aujourd'hui avec un succès complet par les officiers de Marine, dont la Science apprécie toujours si hautement le concours. »

Faye,
Président du Bureau des Longitudes.

Nous commençâmes nos observations dès le départ de France : à Lisbonne, et dans chaque relâche, sauf à Punta-Arenas, nous pûmes disposer des quelques heures que le paquebot restait en rade pour descendre à terre et effectuer une série complète de mesures. Je continuai au Chili, profitant de tous mes déplacements pour déterminer de nouveaux éléments; j'ai observé à Angol en Araucanie, à Cauquenes dans les Andes, et dans les lieux les plus importants de la région si variée qui s'étend entre Valparaiso et Buenos-Ayres, et qui comprend la vallée centrale du Chili, la Cordillère des Andes et la Pampa. La violence du vent ne m'a pas permis de faire des observations à une altitude supérieure à 3000^{m}. Mes collaborateurs ont mis également à profit

leurs voyages : M. Favereau a déterminé les trois éléments magnétiques dans les dix escales que le paquebot effectue entre Valparaiso et le Callao, et M. Barnaud a observé la déclinaison de sept ports compris entre le Pérou et les Antilles.

Les travaux magnétiques de la Mission ne se sont pas bornés à ces observations isolées : du 14 octobre au 23 décembre 1882, j'ai installé au Cerro-negro la boussole de voyage en appareil de variation de déclinaison, tandis que la boussole de Gambey et une boussole d'oscillation étaient disposées pour donner les variations d'inclinaison et d'intensité. Ces trois instruments ont été consultés régulièrement plusieurs fois par jour, et c'est ainsi que nous avons pu constater une perturbation très notable dans la déclinaison durant les journées des 18, 19 et 20 novembre. Cette perturbation magnétique coïncida avec des troubles électriques : le 17, à 9^h du soir, pendant la détermination de la différence de longitude entre l'observatoire de Santiago et celui du Cerro-negro, la communication fut subitement interrompue entre nous. Étant allé aux informations, j'appris que, dans cette même journée du 17, des troubles très intenses s'étaient manifestés dans les lignes télégraphiques aériennes et dans le câble sous-marin.

J'ai publié ces observations en 1884, dans un Mémoire de 144 pages qui a été inséré dans les *Annales du Bureau des Longitudes*.

Les résultats de ces observations ont été également insérés, avec une Notice, dans les *Annales hydrographiques*.

PUBLICATIONS DIVERSES.

En dehors des Notes, Rapports et Mémoires énumérés précédemment, j'ai publié les travaux suivants :

Description et usage du petit cercle méridien portatif.

Dépôt des Cartes et Plans de la Marine, 175 pages avec planches; 1880.

Ce Traité est le résumé des Conférences théoriques et pratiques que j'ai faites pendant deux ans aux aspirants de la frégate-école *la Flore*. Le Comité hydrographique de la Marine a décidé qu'il serait publié par le Dépôt des Cartes et Plans.

Il a également reçu la haute approbation du Bureau des Longitudes.

Je cite ci-après quelques extraits du Rapport fait par M. Lœwy, au nom de la Commission du Bureau des Longitudes chargée d'examiner ce travail :

« . . . .

» Il y a un intérêt de premier ordre à donner à nos officiers de Marine un guide sûr leur permettant de se préparer à remplir dignement les Missions que leur réserve l'avenir.

» L'Ouvrage que M. de Bernardières a soumis à l'appréciation du Bureau des Longitudes répond à ce besoin; il est le fruit des études faites par cet officier à l'observatoire de Montsouris, sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez et de M. Lœwy, et forme un traité complet des observations méridiennes.

» La description des instruments portatifs, les procédés d'installation rapide du cercle méridien dans un lieu où le navigateur ne peut disposer que d'un temps très court, le calcul des erreurs et des constantes instrumentales, de l'état et de la marche du compteur, la détermination des longitudes par les culminations lunaires et par

l'échange des signaux électriques, celle des latitudes par l'emploi du cercle à microscopes et par la méthode du capitaine américain Talcott, les procédés de calcul des lieux apparents des étoiles, sont exposés avec beaucoup de soin, d'une manière très pratique et avec des exemples nombreux qui facilitent les applications.

» La réduction des observations des passages est évidemment la partie la plus délicate du travail qui a pour objet l'établissement des méridiens fondamentaux; aussi tient-elle une place importante dans l'Ouvrage de M. de Bernardières. L'auteur distingue le cas où l'on dispose d'une mire méridienne et celui où l'on doit se passer de cet auxiliaire. Pour le premier cas, il donne la formule complète permettant de calculer l'azimut de la mire, quelle que soit l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette; pour le second, qui semble devoir se présenter souvent dans les circonstances de la navigation, il explique comment les étoiles doivent être choisies et les observations combinées sous les diverses latitudes pour obtenir les différentes erreurs de l'instrument. Les corrections qu'il y a lieu d'appliquer aux instants des passages sont calculées par les formules de Bessel, dont l'emploi est rendu extrêmement facile par les Tables de réduction que le Bureau des Longitudes a publiées. Néanmoins, pour satisfaire à toutes les exigences, l'auteur présente aussi ces calculs sous les formes adoptées par Meyer et par Hansen. Il a d'ailleurs pris le soin de démontrer les principales formules dans des notes qui terminent le Volume.

» Bien que son Ouvrage ait surtout en vue la pratique, M. de Bernardières a pensé avec raison qu'il y pouvait introduire l'analyse des erreurs de sources diverses auxquelles sont sujets les résultats des observations méridiennes. Cette analyse seule nous permet, en effet, de nous rendre compte de la précision des valeurs obtenues, et elle n'est pas moins nécessaire pour la fixation des poids qu'il convient d'attribuer aux résultats des soirées d'observations concourant à l'établissement d'une différence de longitude. L'auteur fournit en outre des indications succinctes sur les limites d'emploi des formules différentielles, et explique le moyen de traiter les équations rigoureuses qui doivent leur être substituées dans certains cas, par exemple lorsque, faute de temps, l'observateur n'a pu orienter sa lunette que d'une manière très imparfaite. Dans cette partie de son travail, qui est

vraiment neuve, il s'est inspiré des conférences faites aux officiers de Marine attachés à l'observatoire de Montsouris et aux élèves de l'École supérieure d'Astronomie récemment fondée à l'Observatoire de Paris.

» En résumé, l'Ouvrage de M. de Bernardières, publié par le Dépôt des Cartes et Plans de la Marine, est un travail très sérieux et très complet, qui se recommande à la fois par la simplicité et la précision des méthodes employées. Nous pensons qu'il rendra un véritable service aux personnes appelées à faire usage des instruments méridiens portatifs, et notamment aux officiers qui voudront consacrer quelques soirées de leurs stations lointaines à améliorer les cartes et la géographie maritimes. »

M. Lœwy,
Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.

Résumé des conférences faites sur l'Hydrographie aux aspirants de la frégate École d'application (1885-1886).

(Autographié pour les aspirants de la frégate École *Iphigénie*.)

Ce cours de 124 pages contient les notions indispensables que doit posséder tout officier de Marine pour lever le plan et construire le tracé d'une portion de côte, d'une baie, d'un port. Les méthodes expéditives y sont indiquées aussi bien que les procédés plus précis que l'on doit recommander lorsqu'on dispose d'un temps suffisant.

Recueil de types de calculs nautiques (1887).

CET OUVRAGE A ÉTÉ PUBLIÉ PAR ORDRE DE M. LE MINISTRE DE LA MARINE.

En 1887, une Commission composée de M. le contre-amiral Sallandrouze de Lamornaix, commandant de l'École navale, de M. de Bernardières, commandant en second de l'École navale, et des professeurs d'Astronomie, de Navigation et de Calculs a été chargée par M. le Ministre de la Marine de reviser les types de calculs nautiques qui, jusqu'à ce moment, étaient préparés à nouveau tous les ans par chacun des professeurs de calculs. Cette réédition annuelle avait de

sérieux inconvénients : la Commission, après avoir fait un choix judicieux des calculs les plus utiles et les plus pratiques, et donné aux nouvelles méthodes la large part qui leur revient, s'est efforcée d'introduire dans ce travail l'uniformité qui lui est indispensable, en prenant pour base les notations et les procédés de calculs adoptés par la *Connaissance des Temps*.

Ce Recueil a été rendu réglementaire pour les élèves de l'École navale et pour les aspirants de la frégate École d'application.

Détermination des éléments balistiques et calculs des Tables de tir de différents canons de la Marine.

Ces travaux ont été effectués en 1875 et 1876, pendant que j'étais détaché en mission à la Commission d'Artillerie de Gavres.

Étude sur les gargousses des canons de la Marine.

Publiée par la *Revue maritime et coloniale* en 1876.

A cette époque de transformation pour notre artillerie, la confection des gargousses eut à subir des modifications. On n'était pas fixé sur la nature de l'enveloppe qui devait satisfaire à des conditions multiples, et de nombreuses expériences furent effectuées. J'ai exposé l'état de la question dans l'étude précitée.

Étude des forces navales étrangères.

Pendant que j'ai occupé, en 1889 et 1890, les fonctions de Chef de la première section de l'État-Major général au Ministère de la Marine, j'ai collaboré à de nombreux travaux concernant l'étude des forces navales des puissances étrangères et des divers engins des marines de guerre.

DISTINCTIONS HONORIFIQUES.

PRIX ET MÉDAILLES.

1870. Médaille d'or. — Prix d'ensemble pour l'étude de la balistique et de la pratique du tir à l'École de Châlons.

1883. Prix *Lalande* décerné par l'Académie des Sciences.

1884. Officier de l'Instruction publique.

1884. Membre honoraire de la Faculté des Sciences physiques et mathématiques de Santiago (Chili).

1886. Officier de la Légion d'honneur.

1886. Fraction du *Prix extraordinaire* de 6000fr décerné par l'Académie des Sciences.

19947 Paris. — Imprimerie Gauthier-Villars et fils, quai des Grands-Augustins, 55.